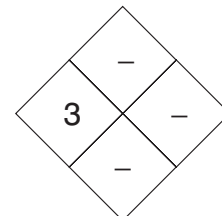


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlik

227

## KLORCIJAN (Cyanogen Chloride)



CAS br. 506-27-4

UN/NA 1589

SINONIM: Cijanogen-klorid

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti 3:

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje pri kratkotrajnom djelovanju mogu izazvati privremenu ili trajnu oštećenost organizma, čak i ako se pruži medicinska pomoć. U ugroženo područje smije se ući samo sa zaštitnom odjećom i obućom i izolacijskim aparatom za disanje. Površina kože ne smije se izložiti djelovanju tvari tog stupnja škodljivosti.

Stupanj zapaljivosti: –

Stupanj reaktivnosti: –

### FIZIČKO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula: ClCN

Relativna molna masa: 61,48

Fizički oblik: pri sobnoj temperaturi bezbojni plin

Miris: oštar i nadražujući, izaziva suženje (lakrimator); može se osjetiti pri koncentraciji od 1 ppm

Vrelište: 13/14 °C

Talište: –6 °C

Relativna gustoća (voda = 1): 1,186 (kao tekućina)

Relativna gustoća plina (zrak = 1): 2,1

Tlak para (20 °C): 133,3 kPa (1000 mm Hg)

Kritična temperatura: 175 °C

Kritični tlak: 5988 kPa (59,1 atm)

Topljivost u vodi: 6,5 g/100 ml (20 °C)

Topljivost u drugim otapalima: topljiv u etanolu, eteru i u mnogim drugim organskim otapalima.

Ostale značajke: vrlo otrovan plin. Duljim skladištenjem može polimerizirati; katkada se stabilizira natrijevim pirofosfatom.

**Inkompatibilne tvari:** polako reagira s vlagom iz zraka i pri dodiru s vodom uz stvaranje vrlo otrovnog cijanovodika koji nastaje i pri dodiru s kiselinama. Polako reagira i s brojnim kemijskim spojevima, npr. lužinama, amonijakom, alkoholima, nezasićenim org. spojevima (npr. olefinima), reduktivnim tvarima (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>...). Polimerizira uz žestoku reakciju sa solnom kiselinom i amonijevim kloridom. U prisutnosti vlage korodira većinu metala pa i nerđajući čelik.

### MAKSIMALNO DOPUSTIVA KONCENTRACIJA U ZRAKU (MDK)

Prema Pravilniku o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim gra-

ničnim vrijednostima (N.N. br. 92/1993) maksimalno dopustiva koncentracija klorcijana je

ppm ..... 0,3

mg m<sup>-3</sup> ..... 0,6

### Preračunavanje koncentracija:

1 ppm = 2,51 mg m<sup>-3</sup>1 mg m<sup>-3</sup> = 0,399 ppm (25 °C)

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plamište: negorivi plin

Temperatura zapaljenja: –

Granice eksplozivnosti: –

### POŽARNA OPASNOST I ZAŠTITA OD POŽARA

#### Požarna svojstva klorcijana

Klorcijan je plin koji ne gori i sa zrakom ne stvara zapaljive/eksplozivne smjese. Termičkom razgradnjom nastaju opasni plinovi cijanovodik, klorovodik, dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), CO, CO<sub>2</sub> i, vjerojatno klor, te dušik.

#### Postupci u slučaju požara

Spremnike s klorcijanom treba ukloniti iz zone opasnosti ako je to bez rizika. Ako to nije moguće, treba ih hladiti polijevanjem vodom, u protivnom mogu eksplodirati, pri čemu nastaju vrlo otrovni plinovi. Voda ne smije doći u dodir s plinom! Požar se gasi sredstvima ovisno o okolnom materijalu; gasiti treba iz sigurne udaljenosti, eventualno iza zaklona, iz smjera odakle puše vjetar. Osobe koje gasе požar moraju biti opremljene potpunom zaštitnom opremom koja zaštićuje od plinova, uključujući izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica. Ako se iz ventila na spremniku začuje šištanje i/ili površina spremnika počne mijenjati boju, treba se najhitnije udaljiti!

#### OBJAŠNENJA ZA

- sustavne oznake za klasifikaciju tvari s obzirom na opasnost u požaru
- označivanja otrova u prometu
- pločica za označivanje motornih vozila u međunarodnom prijevozu i
- označivanje nekih kratica objavljena su u *Kem. Ind.* **36** (1) (1987)

## ZAŠTITA OD EKSPLOZIJA

Ne postoji opasnost od eksplozija jer klorcijan ne stvara zapaljive/ eksplozivne smjese sa zrakom. Međutim, ako plin dođe u dodir s vodom ili vlagom, postupno se razvija otrovni i zapaljivi plin cijanovodik koji sa zrakom stvara eksplozivne smjese.

## ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Klorcijan se upotrebljava za proizvodnju nekih kemijskih spojeva, sintetičke gume, za rafinaciju ruda, u nekim sredstvima za fumigaciju, u procesima čišćenja metala itd. Nekada se upotrebljavao i kao bojni otrov.

**Mogući načini ulaska u organizam:** udisanje, dodir s očima i kožom.

**Najugroženiji su:** dišni sustav, oči.

## Djelovanje na organizam

### Kratkotrajno (akutno) izlaganje

Udisanje plina u koncentraciji od 0,7 ppm uzrokuje kašalj i jak nadražaj grla. Prvi znaci djelovanja klorcijana na organizam mogu biti slabost, glavobolja, vrtoglavica, smušenost, nesvjestica, mučnina, povraćanje. U težim slučajevima disanje je isprva naglo i duboko a potom polagano, rad srca je nepravilan; osjeća se stezanje u grudima, koža postane ružičasta do crvena, u plućima se nakuplja tekućina (edem pluća); u takvom slučaju, ovisno o jačini izlaganja, mogu brzo uslijediti nesvijest, grčevi i smrt.

Koncentracija od 0,7 ppm jako nadražuje oči i izaziva suženje i osjećaj žarenja.

Nema podataka o mogućem djelovanju plinovitog klorcijana na kožu, ali ukapljeni plin može se apsorbirati kroz kožu i uzrokovati otrovanje djelovanjem cijanida; u takvom slučaju znaci djelovanja su slični onima kod udisanja plina.

### Dugoročno (kronično) izlaganje

Znaci čestog izlaganja malim koncentracijama klorcijana su mnogobrojni; to mogu biti slabost, glavobolja, mučnina, iscjedak iz nosa, nesvjestica, bolovi u trbuhu, povraćanje, poremećeni osjet mirisa i okusa, gubitak na težini, grčenje mišića itd. Svi ti znaci nisu specifični za djelovanje klorcijana, pa je teško utvrditi da se radi o kroničnom izlaganju tom plinu.

Nema podataka o mogućem kancerogenom, teratogenom ili mutagenom djelovanju klorcijana ni o djelovanju na reprodukciju. U organizmu se ne akumulira, jer se razgrađuje na cijanid i dalje na manje škodljiv tiocijanat koji se izlučuje putem mokraće; mali dio cijanida izlučuje se dahom, slinom, znojem i putem mokraće.

## PRVA POMOĆ

U neposrednoj blizini mjesta gdje se radi/rukuje klorcijanom treba na vidljivom mjestu istaknuti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode. Prikladna je ova uputa:

### KLORCIJAN

#### PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

**Udisanje:** osobu treba OMAH izvesti na čisti zrak pazeći i na vlastitu sigurnost. Ako osoba djeluje zbunjeno, teško diše ili je blizu nesvijesti treba odmah postupiti kao kod otrovanja cijanidom. Postupak je ovaj: na komadiću tkanine zdrobi se ampula s amilnitritom (0,3 mg), tkanina se stavi pod nos nesrećenog i drži po 15–30 sekundi u minuti. Nakon 5 minuta zdrobi se nova ampula i postupak ponovi. Istodobno treba provjeravati krvni tlak: ako padne ispod 80/60, postupak treba OMAH prekinuti. Preporučuje se davati kisik (samo stručna osoba!).

Ako nesrećeni teško diše, treba primijeniti umjetno disanje, ali **ne** metodom "usta na usta"; ako prestane rad srca, treba odmah primijeniti kardio-pulmonalnu reanimaciju.

**PAŽLJA!** Ako ampula s amilnitritom ne sadrži 0,3, nego 0,18 mg tog spoja, novu ampulu treba zdrobiti svake 3 minute a ostali postupak je isti.

**Dodir s očima:** ako se pri radu/rukovanju klorcijanom osjeti nadražaj u očima, treba dotični prostor odmah napustiti; preporučuje se zatražiti savjet oftalmologa.

**Dodir s kožom:** dodir je moguć samo pri radu s ukapljenim plinom; u takvom slučaju treba odmah izići na čisti zrak i hitno zatražiti liječničku pomoć.

**VAŽNO!** U slučaju teže nezgode treba prvu pomoć pružiti što hitnije i istodobno pozvati liječnika; ako nije brzo dostupan, osobu treba nakon pružanja pomoći odmah otpremiti u bolnicu. Osobi koja ima jake grčeve ili je blizu nesvijesti ne smije se ništa stavljati u usta. Ako se primjenjuje umjetno disanje, najprije treba provjeriti nema li nesrećeni u ustima neko strano tijelo (zubnu protezu, ostatke hrane i sl.), koje treba prije izvaditi.

## SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

### Upozorenja

Osobe koje rade/rukuju klorcijanom moraju poznavati njegovu škodljivost i rizike kojima se izlažu ako se ne pridržavaju propisa i uputa o zaštiti na radu sa štetnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice kojima se ukazuje na prirodne štetne tvari i daju upute o ponašanju u slučaju nezgode na radu i u izvanrednim situacijama. Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike u kojima se drži škodljiva tvar. Za obilježavanje spremnika u kojima se drži klorcijan prikladna je naljepnica s ovim upozorenjima:

### KLORCIJAN

#### OPASNOST! VRLO OTROVNI PLIN POD TLAKOM!

- Jako nadražuje dišne putove i oči.
- Djeluje otrovno prije nego se osjeti miris!
- Upotrebljavati samo u dobro ventiliranom prostoru!

PROUČITE UPUTE O PRVOJ POMOĆI  
I O PONAŠANJU U IZVANREDNIM SITUACIJAMA!

### Ventilacija radnog prostora

U radnoj prostoriji/prostoru gdje se rukuje klorcijanom, treba osigurati dobru mehaničku ventilaciju. Ventilacijski sustav mora biti otporan prema koroziji; ne smije se priključiti na druge ventilacijske sustave, već kontaminirani zrak treba odvoditi direktno u vanjsku atmosferu. Ako je zrak jako kontaminiran, može biti potrebno pročistiti ga prije ispuštanja u atmosferu (vidi odjeljak "Detoksikacija/Dekontaminacija"). Na mjestima gdje postoji potencijalna mogućnost propuštanja plina, može biti potrebno primijeniti i lokalni odsis.

Sve tehnološke procese u kojima se upotrebljava klorcijan treba provoditi u zatvorenim (izoliranim) sustavima, po mogućnosti u odvojenom/izoliranom prostoru.

Ako se ventilacijom ne može postići da zrak u radnom prostoru sadrži manje od maksimalno dopustive koncentracije plina, treba pri boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati prikladan uređaj za zaštitu disanja.

## SIGURNI RADNI POSTUPCI

Osobe koje dolaze u dodir s klorcijanom moraju poznavati njegovu štetnost, način zaštite i postupke pružanja prve pomoći u slučaju nezgode.

- Pri radu s klorcijanom u ograničenom prostoru treba da su prisutne barem dvije osobe.
- U radnom prostoru treba povremeno provjeravati čistoću zraka, odnosno koncentraciju klorcijana u zraku.
- U radnom prostoru gdje se rukuje klorcijanom ne smije se držati ni upotrebljavati voda, jer se klorcijan djelovanjem vode i vlage postupno pretvara u cijanovodik!
- Spremnici s klorcijanom treba da su uvijek dobro zatvoreni; treba ih povremeno provjeravati da ne propuštaju.
- Spremnici s klorcijanom ne smiju se vući ili kotrljati po podu, bacati i sudarati. Spremnici se ne smiju podizati hvatanjem za ventil.
- Ventili na spremnicima ne smiju se dirati masnim rukama; ako nisu u upotrebi, treba ih zaštititi metalnim kapama.
- Pri istovaru punih spremnika treba se koristiti košarama ili platformom; ne smiju se istovarivati pomoću omči, klijesta ili na sličan način.
- Prilikom ispuštanja plina iz spremnika treba ventile otvoriti do kraja.
- Ventile na spremniku koji su u upotrebi dobro je barem jedanput dnevno na trenutak otvoriti i ponovo zatvoriti kako bi se spriječilo "smrzavanje" ventila.
- Spremnik koji se drži u radnom prostoru ne smije se nalaziti pokraj izvora topline; preporučuje se držati što manju količinu klorcijana na radnom mjestu.
- Ako postoji i najmanja sumnja da bi zrak u radnom prostoru mogao sadržavati nedopustivu koncentraciju klorcijana (što je malo vjerojatno, jer plin izaziva suženje i kašalj), treba pri boravku u takvom prostoru upotrijebiti prikladan uređaj za zaštitu disanja.
- U radnom prostoru gdje se upotrebljava klorcijan, ne smije se jesti, piti ni pušiti.
- Blizu radnih prostorija/prostora gdje se radi/rukuje klorcijanom, treba držati u pripremi opremu i sredstva za intervencije u izvanrednim situacijama (propuštanje plina, požar itd.).

## OSOBNNA ZAŠTITNA SREDSTVA

**VAŽNO!** Osobna zaštitna sredstva nisu zamjena za dobre uvjete rada, propisno rukovanje opasnim tvarima i razumno ponašanje na radnom mjestu. Preventivne tehničko-tehnološke i higijenske mjere djelotvornija su zaštita od štetnih tvari nego osobna zaštitna sredstva, no pri obavljanju nekih poslova te u nekim situacijama upotreba osobnih zaštitnih sredstava može biti nužna.

### Zaštita dišnih organa

Ako se u radnom prostoru ne može tehničko-tehnološkim i drugim mjerama osigurati da zrak sadrži manje klorcijana od maksimalno dopustive koncentracije (MDK), treba pri radu/boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati prikladan uređaj za zaštitu dišnih organa. Nema specifičnih smjernica u pogledu izbora takvog uređaja, pa se preporučuje posavjetovati se s proizvođačem takve opreme. U principu trebao bi zadovoljavati uređaj koji služi za zaštitu od cijanovodika, npr. izolacijski aparat ili cijevna maska s dovodom čistog zraka, oba uređaja s potpunom zaštitom lica. Za kratkotrajnu zaštitu može poslužiti plinska maska s kemijskim filtrom/kanisterom za zaštitu od cijanovodika, uz ograničenja što ih propisuje proizvođač takve opreme.

Osobe koje su zbog prirode posla ili uvjeta rada primorane upotrebljavati uređaje za zaštitu disanja moraju poznavati način provjeravanja, upotrebe, čišćenja i održavanja takvih uređaja, u protivnom posljedice mogu biti vrlo teške.

## Zaštita očiju

Potrebna je ako koncentracija klorcijana u zraku premaši maksimalno dopustivu koncentraciju; u takvom slučaju zaštita se postiže uređajem za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

## Zaštita tijela

Zaštitna odjeća i rukavice treba da su od otpornog materijala, npr. neoprena ili kloriranog polietilena. Odjeća treba da je skrojena tako da onemogućuje dodir plina s tijelom.

## Zaštitna sredstva opće namjene

To su tuševi koji daju obilan mlaz vode umjerene temperature i tlaka i ispiralice za oči; najprikladnije su ispiralice koje rade na principu vodoskoka (fontane). Tuševi i ispiralice treba postaviti što bliže mjestima gdje se radi sa štetnim tvarima.

## USKLADIŠTENJE

Spremnike s klorcijanom treba skladištiti u skladu s propisima o čuvanju plinova pod tlakom. Skladišna prostorija treba biti izgrađena od materijala otpornog prema koroziji, dovoljno daleko od radnih/boravišnih prostorija, suha, hladna, dobro ventilirana i zaštićena od direktnog sunčevog svjetla. Električne instalacije i rasvjetna tijela treba da su otporni prema koroziji. Propisno označeni spremnici moraju biti uvijek dobro zatvoreni a ventili zaštićeni metalnim kapama. Spremnike treba držati na razini ili iznad poda i uspravno; treba ih osigurati od pada i oštećivanja. Temperatura spremnika ne smije premašiti 51 °C.

Označene prazne spremnike treba držati odvojeno od punih; treba ih dobro zatvoriti, jer mogu sadržavati ostatke klorcijana. U skladišnom prostoru ne smiju se upotrebljavati izvori topline ni držati inkompatibilne tvari s kojima bi klorcijan mogao nepoželjno reagirati.

U neposrednoj blizini skladišnog prostora treba držati u pripremi opremu i sredstva za hitnu intervenciju u slučaju izvanredne situacije (propuštanje plina, požar i sl.). Prilaz skladišnom prostoru treba obilježiti prikladnim znakovima upozorenja/opasnosti a pristup dopustiti samo ovlaštenim osobama.

## POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako u radnom prostoru dođe do propuštanja plinovitog ili do prolijevanja ukapljenog klorcijana, predlaže se postupiti na ovaj način:

- sve osobe moraju najhitnije napustiti taj prostor;
- o incidentnoj situaciji treba ODMAH obavijestiti osobu ili službu odgovornu za provođenje zaštitnih mjera;
- u prostor s kontaminiranom atmosferom smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama, opremljene potpunom osobnom zaštitnom opremom; one moraju otvoriti sve prozore i vrata i forsiranom ventilacijom provjetriti taj prostor. Ako na spremniku s klorcijanom propušta ventil koji se ne može zatvoriti, spremnik treba iznijeti na otvoreni prostor i pokušaj ponoviti. Ako to ne uspije, treba pustiti da se spremnik isprazni u atmosferu vodeći računa o zaštiti okoliša. Bolje je plin provoditi kroz otopinu natrijevog hidroksida i natrijevog hipoklorita, na način kako je opisano u odjeljku "Detoksikacija i dekontaminacija".

## DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Iz spremnika koji se ne može zatvoriti plinoviti klorcijan se provodi kroz razrijeđenu vodu otopinu koja sadrži (u suvišku) natrijev hidroksid i natrijev hipoklorit; tekućinu treba miješati sve dotle dok iz spremnika izlazi plin. Tekućina se ostavi stajati 24 sata za koje vrijeme se klorcijan prevede u znatno manje toksičan spoj

natrijev-cijanat koji se može zakopati u zemlju, na mjestu odobrenom za odlaganje otpadnih kemijskih tvari. Opisani postupak detoksikacije smiju obavljati samo za takav i slične poslove osposobljene osobe, na otvorenom prostoru i na prikladnom mjestu.

### ODREĐIVANJE KLORCIJANA U ZRAKU

Približna koncentracija ClCN u zraku ( $\pm 30\%$ ) može se odrediti indikatorskom cjevčicom; prikladna je npr. Drägerova indikatorska cjevčica "Cyanogen chloride 0,25/a" kojom se određuju koncentracije 0,25 – 5 ppm. U literaturi se navode i spektrofotometrijske metode, uz primjedbu da je reprodukcija rezultata nesigurna. Određivanje ClCN u zraku najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih analitičkih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i iskustvom, kako u pogledu izbora analitičke metode tako i interpretacije rezultata mjerenja. Analitički laboratoriji, odnosno institucije koje se u Zagrebu bave određivanjem štetnih tvari u zraku i rješavanjem problema u vezi sa zaštitom na radu i zaštitom okoliša su npr. ANT – Laboratorij za analitiku i toksikologiju, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Institut za sigurnosti, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti i još neki.

### ZAŠTITA OKOLIŠA

Vjerojatnost kontaminacije okoliša, u prvom redu zraka, može se smatrati beznačajnom; moguća je samo u neposrednoj blizini mjesta upotrebe tog plina. Neiskorišteni klorcijan ne smije se ispuštati u atmosferu ni u vodotoke bez prethodne obrade (vidi "Detoksikacija i dekontaminacija"). Nema kriterija o dopustivoj koncentraciji klorcijana u vodi.

### PRIJEVOZ

Klorcijan se obilježava i u transportu prevozi kao tvar klase 2 (stlačeni, ukapljeni i pod tlakom otopljeni plinovi).

U međunarodnom cestovnom prijevozu klorcijan se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Europskom sporazumu o prijevozu opasne robe u cestovnom prometu (ADR).

U međunarodnom prijevozu željeznicom klorcijan se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Međunarodnoj konvenciji o prijevozu robe željeznicama (CIM) – Pravilnik o prijevozu opasne robe željeznicama (RID).

### Havarija prilikom prijevoza

Ako prilikom cestovnog prijevoza klorcijana dođe do propuštanja plina, zaustavite vozilo što prije, po mogućnosti što dalje od javnih putova. Osigurajte dovoljno veliku zaštitnu zonu i blokirajte prilazne putove. O havariji obavijestite najbliže institucije sigurnosti (policija, vatrogasci) kao i pošiljatelja pošiljke. Stanite s onu stranu spremnika koji propušta odakle puše vjetar. Treba pokušati barem privremeno začeptiti mjesto propuštanja plina; pri tom treba upotrijebiti prikladan uređaj za zaštitu disanja. Ako to nije moguće, najbolje je pustiti da se plin ispari u atmosferu i poduzeti odgovarajuće zaštitne mjere. Isto vrijedi i u slučaju da se havarija dogodi u neposrednoj blizini ili unutar naselja.

– • –

Ovaj prikaz o klorcijanu izrađen je  
u suradnji s inž. Z. Habušom.



	LITERATURE TYPE	A20	PAGES
Serial	BIBLIOGR. LEVEL	A21	RECEIPT
Analytic	UDC	A22	PUBLICAT.
	ISSN	A23	TEXT
0022-9830	CODEN	A24	SUMMARY
KJUIAR	SHORT TITLE	A45	REFERENCES
<i>Kem. Ind.</i>	VOL. NO. (YEAR)		TABLES
55 (2006)	ISSUE NO.		FIGURES
No. 11			
KUI--22/2006	OTHER IDENTIFIC.	CAT OF CONTRIBUT.	Professional Paper

## The Equations of State of Real Gases

Viekoslav Butorac and Vladimir Simeon

Department of Chemistry, Faculty of Science,  
University of Zagreb, Horvátovac 102a,  
10000 Zagreb, Croatia

## DESCRIPTORS

The properties of classical real gases, especially their deviations from ideal behaviour, are reviewed. After a brief overview of molecular interactions, the so-called traditional ('primitive') model is presented and shown to be applicable not only to monoatomic but also for many polyatomic classical gases. Two-coefficient equation of state was derived by using virial theorem. The best known equation of state for real gases – van der Waals equation – was derived by using canonical partition function. Among the empirical equations of state, Kamerlingh-Onnes' virial expansion was described, as well as some equations of state frequently used in technical thermodynamics (Redlich-Kwong, Peng-Robinson and Benedict-Webb-Rubin). A review of statistical models of real gases is given. Cluster model is presented

- real gases
- critical point
- molecular interactions
- virial expansion
- configuration integral,
- cluster model
- numerical simulations

*Abstractor: Authors*

	LITERATURE TYPE	A20	PAGES
Serial		A20	457-468
Analytic		A21	February 28, 2005
		A22	January 10, 2006
		A23	Croatian
		A24	Engl. Croat.
		A45	128
			5
			9
	OTHER IDENTIFIC.	CAT OF CONTRIBUT.	Review

# Application of Artificial Neural Networks for Process Identification and Control

Nenad Bolf and Ivica Jerbić\*

University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology,  
Savska c.16/5a, 10 000 Zagreb, Croatia  
\* Ina d.d., Refinery Sisak d.d., A. Kovačića 1, 44 000 Sisak, Croatia

## DESCRIPTORS

During the development of intelligent systems inspired by biological neural system, in the last two decades the researchers from various scientific fields have created neural networks for solving a series of problems from pattern recognition, prediction, diagnostic, software sensor, modelling and identification, control and optimization. In this paper a review of neural network application in the field of chemical engineering with emphasis on identification and process control is given.

The neural networks have been proven useful in the applications which include complex chemical and biochemical reactions. In such a processes use of standard methods of process modelling and control structure frequently are not suitable. The ability of neural network to model dynamics of nonlinear process make them an important tool for implementation in model-based control. Due to intensively theory development and many practical applications, today there are numerous neural network structures and algorithms. In this paper neural networks are categorized under three major control schemes: model-based predictive control, inverse model-based control and adaptive control. The major applications are summarized. It reveals prospect of using neural networks in process identification and control.

The future of neural network application lies not only in their explicit use, but in cross connecting to other advanced technologies as well. Fusion of neural networks and fuzzy logic in the form of neural-fuzzy network is one of the possibilities. Other important field is hybrid modelling and identification methods which supplement simplified mechanistic models. Software sensors and their application, especially in controlling of bioprocesses, present a very promising field.

Abstractor: Authors